

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO  
AMBIENTAL**

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DO USO E COBERTURA DO SOLO  
DA APA DAS BACIAS DOS RIBEIRÕES DO GAMA E CABEÇA DE  
VEADO, OBJETIVANDO VERIFICAR A CONFORMIDADE DA  
APLICAÇÃO DO PLANO DE MANEJO DO TRIÊNIO 2007/2010**

**Renato Borges Ferreira**

Orientador: Prof. Dr. Edilson Souza Bias

**MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO  
EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL**

**BRASÍLIA  
2014**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO  
AMBIENTAL**

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DO USO E COBERTURA DO SOLO  
DA APA DAS BACIAS DOS RIBEIRÕES DO GAMA E CABEÇA DE  
VEADO, OBJETIVANDO VERIFICAR A CONFORMIDADE DA  
APLICAÇÃO DO PLANO DE MANEJO DO TRIÊNIO 2007/2010**

**Renato Borges Ferreira**

Orientador: Prof. Dr. Edilson Souza Bias

**MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO  
EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL**

**BRASÍLIA  
2014**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO  
AMBIENTAL

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DO USO E COBERTURA DO SOLO  
DA APA DAS BACIAS DOS RIBEIRÕES DO GAMA E CABEÇA DE  
VEADO, OBJETIVANDO VERIFICAR A CONFORMIDADE DA  
APLICAÇÃO DO PLANO DE MANEJO DO TRIÊNIO 2007/2010**

**Renato Borges Ferreira**

Orientador: Prof. Dr. Edilson Souza Bias

MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

COMISSÃO JULGADORA

Nome	Assinatura
Examinador: Prof. Dr. Henrique Llacer Roig	_____
Examinador: Prof. Dr. Tatiana Diniz Gonçalves	_____
Orientador: Prof. Dr. Edilson Souza Bias	_____

## SUMÁRIO

RESUMO .....	5
ABSTRACT .....	6
1. INTRODUÇÃO .....	7
2. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	10
3. DESCRIÇÃO DOS ASPECTOS FÍSICOS DA ÁREA DE ESTUDO.....	12
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	14
4.1 Aquisição de imagens temporais .....	14
4.2 Pré-Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto .....	15
4.3 Processamento das Imagens .....	15
4.4 Análise Multitemporal do solo .....	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	17
6. CONCLUSÕES .....	20
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1</b> – Localização do limite da APA Gama e Cabeça de Veado.....	10
<b>Figura 2</b> – Regiões administrativas do DF na apa gama e cabeça de veado.....	11
<b>Figura 3</b> – Unidades Geomorfológicas na APA Gama e Cabeça de Veado.....	12
<b>Figura 4</b> – Solos APA Gama e Cabeça de Veado.....	13
<b>Figura 5</b> – Hidrografia da APA Gama e Cabeça de Veado.....	13
<b>Figura 6</b> – Imagens dos Satélites Landsat 7 e 8 da área de estudo.....	14
<b>Figura 7</b> – Comportamento espectral.....	16
<b>Figura 8</b> – Uso e Cobertura do solo nos limites da APA Gama e Cabeça de Veado.....	17
<b>Figura 9</b> – Uso e Cobertura do solo com o limite da APA gama e Cabeça de Veado.....	17
<b>Figura 10</b> – Usos na Zona da Vida Silvestre e da Zona de uso Direto.....	18
<b>Figura 11</b> – Usos na Zona da Vida Silvestre - ZVS.....	18
<b>Figura 12</b> – Usos na Zona de uso direto - ZUD.....	19

**ÍNDICE DE QUADROS**

QUADRO 1.....8

QUADRO 2.....14

# ANÁLISE MULTITEMPORAL DO USO E COBERTURA DO SOLO DA APA DAS BACIAS DOS RIBEIRÕES DO GAMA E CABEÇA DE VEADO, OBJETIVANDO VERIFICAR A CONFORMIDADE DA APLICAÇÃO DO PLANO DE MANEJO DO TRIÊNIO 2007/2010

RENATO BORGES FERREIRA<sup>1</sup>, EDILSON SOUZA BIAS<sup>2</sup>

Universidade de Brasília – UnB

Instituto de Geociências – Programa de Pós-Graduação Lato Sensu

[renatoborges4@gmail.com](mailto:renatoborges4@gmail.com), [edbias@unb.br](mailto:edbias@unb.br)

## RESUMO

O presente trabalho visa apresentar de forma multitemporal o comportamento (expansão, manutenção e redução) da *área antropizada* e da *Vegetação Natural* nas Zonas de Uso Direto – ZUD e da Vida Silvestre – ZVS definidas no Plano de Manejo do Triênio 2007/2010 da APA Gama e Cabeça de Veado. Ressalta-se a importância desta unidade de conservação, pois sofre um intenso processo de antropização devido à especulação imobiliária gerando pressão sobre os recursos hídricos e na vegetação natural. Os materiais baseou na utilização de imagens Landsat 7 de 2003 e do Landsat 8 de 2014 por possuírem bandas espectrais separadas mais recomendadas para o mapeamento de uso e ocupação do solo para as classes *áreas antropizadas* e *Vegetação natural*. A Metodologia utilizou-se dos benefícios e rapidez que a classificação supervisionada promove, sendo necessário que um usuário possa identificar pixels pertencentes para a classe desejada e posteriormente o software de forma automática localiza os demais pixels pertencentes a esta classe. O algoritmo escolhido foi o da Máxima Verossimilhança (MAXVER) que faz uso da média ponderada das distâncias utilizando parâmetros estatísticos para este tipo de classificações. Os resultados para as áreas totais de *áreas antropizada* apresentou um aumento significativo nas ZUDs de até 7 % porém de baixo crescimento nas ZVS de até 2%. Nas áreas de Vegetação Natural houve uma boa preservação na ZVS tendo um pequeno decaimento de 2% e na ZUD de até 5%

**PALAVRAS-CHAVE:** Sensoriamento Remoto. APA. Máxima Verossimilhança. área antropizada. Vegetação natural.

---

<sup>1</sup> Ambientare Soluções Ambientais Ltda., AMBIENTARE, CEP 70340-000, Brasília - DF, [renatoborges4@gmail.com](mailto:renatoborges4@gmail.com)

<sup>2</sup> Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, IG/UnB, CEP 13416-000, Brasília - DF, [edbias@unb.br](mailto:edbias@unb.br)

## ABSTRACT

This study aims to present by a multi-temporal angle the behavior (expansion, maintenance and reduction) of disturbed areas and Natural Vegetation in Direct Use Zones - ZUD and the Wildlife - ZVS defined by the triennium Management Plan 2007-2010 of the APA Gama and Cabeça de Veado. It is important to emphasize this protected area, because its limits undergo an intense process of human disturbance due to property speculation generating pressure on water resources and natural vegetation. The methodology is based on the use of Landsat 7 images of 2003 and Landsat 8 images of 2014, for having separated spectral bands it's commonly used for mapping land use occupation like classes such anthropic and natural vegetation. Using the benefits and speed that supervised classification promotes, a user identifies pixels belonging to the class needed and then the software automatically finds the other pixels belonging to the same class. The chosen algorithm is the Maximum Likelihood (MAXVER) that makes use of the weighted average of the distances using statistical parameters for such classification. The results for the total areas of disturbed areas presented a significant increase in ZUDs up to 7% however low growth in ZVS up to 2%. In areas of natural vegetation there was good preservation of the ZVS having a small decay 2% and up to 5% ZUD

**KEY-WORDS:** Remote Sensing., APA, Maximum Likelihood, *anthropized. Natural Vegetation*



## 1. INTRODUÇÃO

O crescente fluxo migratório de pessoas e da agricultura no Distrito Federal é o principal vetor na substituição de áreas naturais em antrópicas, gerando uma grande pressão sobre os recursos hídricos, na vegetação natural que se isolam em área de Unidades de Conservação de Proteção Integral (UNESCO, 2002).

Neste contexto é necessário o conhecimento e monitoramento dos padrões de ocupação das áreas urbanas objetivando a formulação de políticas para conservação e manutenção da biodiversidade do Distrito Federal (Batista, et al., 2009).

A área de preservação que se destaca no Distrito Federal é a Área de Preservação Ambiental (APA) Gama e Cabeça do Veado de uso sustentável, e tem seus limites dividida entre cinco regiões administrativas: Candangolândia, Lago Sul, Núcleo Bandeirante, Santa Maria e Brasília, sendo que a maior parte está localizada no Lago Sul – Região Administrativa XVI. O principal objetivo desta APA é garantir a integridade ecológica dos ecossistemas terrestres e aquáticos e proteger os cursos d'água que integram a Bacia do Paranoá, sendo uma unidade de conservação que possui muitas pesquisas sobre sua caracterização e possíveis impactos de ocupação humana (UNESCO, 2003). Isso se deve ao fato de sua área dela estar inserida em uma zona de urbanização com grande especulação imobiliária.

Em 2006 foi elaborado o plano de manejo para o triênio de 2006/2007 para a APA Gama e Cabeça de veado e teve como um dos principais documentos técnicos o estudo realizado pela UNESCO (2003) utilizando imagens de satélite e estudos ambientais próximos a este ano para subsidiar o zoneamento desta APA. O Zoneamento definido pelo plano de manejo é através do decreto nº 94.714 e é dividido em duas zonas, a de uso direto (ZUD) que possui o seu uso de forma a disciplinar a ocupação de áreas que contornam a Zona da Vida Silvestre (ZVS) que possui o objetivo a preservação de ecossistemas naturais e dos recursos hídricos.

São partes importantes da APA as áreas da Fazenda Água Limpa com 4.500 hectares, a Reserva Ecológica do IBGE com 1.360 hectares e o Jardim Botânico de Brasília com 5.000 hectares. De acordo com o Programa Ecológico de Longa Duração (UNESCO, 2003), a Fazenda Água Limpa é um local destinado à realização de estudos experimentais da Universidade de Brasília - UnB, com aproximadamente 1.200 hectares destinados a pesquisas agro-florestais e o excedente (3.200 hectares) e é destinado à preservação e conservação da biodiversidade. Na Reserva Ecológica do IBGE são encontradas as principais fitofisionomias do Cerrado além de importantes nascentes que formam a Bacia do Paranoá, o local possui uma fauna diversa e importante acervo de conhecimento científico. A Estação Ecológica do Jardim Botânico também atua em pesquisa, conservação e manutenção de germoplasma do Cerrado in situ e ex situ.

Segundo Barbosa (1997), a questão ambiental é o principal foco dos tomadores de decisões no planejamento e monitoramento urbano e dos impactos ambientais. Como um dos objetivos de monitorar impactos ambientais, surgiram tecnologias como o Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas (KEMP, 1992).

Jensen (2009) conceitua sensoriamento remoto como um registro da informação das regiões do ultravioleta, visível, infravermelho e micro-ondas do espectro eletromagnético, sem contato, por meio de

instrumentos tais como câmeras, escâneres, lasers, dispositivos lineares e/ou matriciais localizados em plataformas tais como aeronaves ou satélites e a análise da informação adquirida por meio visual ou processamento digital de imagens.

As imagens provenientes do Sensoriamento Remoto servem como fontes de dados para estudos de diversas áreas do conhecimento, além de ser uma forma viável de monitoramento local e global devido à rapidez, eficiência e periodicidade que formam a sua características (CRÓSTA, 2002). Ainda de acordo com CRÓSTA (2002) afirma que o processamento digital de imagens se refere às técnicas utilizadas para identificar, extrair, condensar e realçar a informação de interesse do operador para um determinado fim.

A série LANDSAT teve início na segunda metade da década de 60, a partir de um projeto desenvolvido pela Agência Espacial Americana, sendo dedicada exclusivamente à observação dos recursos naturais terrestres. Essa missão foi denominada Earth Resources Technology Satellite (ERTS) e em 1975 passou a se denominar Landsat. A missão, em sua maioria, foi gerenciada pela National Aeronautics and Space Administration (NASA) e pela U.S.Geological Survey (USGS) e envolveu o lançamento de sete satélites (EMBRAPA, 2009).

A imagem do satélite Landsat 7 é constituída por 8 bandas com diferentes intervalos espectrais, caracterizadas por serem largas e de forma descontínua (Quadro 1). A resolução temporal é de 16 dias e a resolução espacial é de 30 metros (bandas 1, 2, 3, 4 ,5, 7 ), 120 metros (banda 6 termal) e Banda Pancromática de 15 metros. Seu lançamento foi em 15 de abril de 1999 e continua em órbita. (USGS, 2014).

Em fevereiro de 2013 entrou em órbita o satélite Landsat 8 com o intuito de substituir o Landsat 7, pois as imagens deste após 31 de maio de 2003 apresentaram problemas pois o sincronismo do equipamento eletromecânico chamado de SLC (Scan Line correction), não funcionava mais. O satélite Landsat 8, além de manter as bandas já existentes do satélite anterior, teve adicionadas as bandas espectrais banda 1 (ultra violeta) útil para estudos costeiros e aerossol, banda 9 para detecção de nuvens (USGS<sup>1</sup>, 2014). No quadro 1 pode-se observar as bandas e o intervalo espectral de cada satélite.

**Quadro 1** – Intervalo espectral das bandas do sensor ETM+ do Landsat-7 e OLI do Landsat 8

Landsat 7 ETM+		Landsat 8 OLI	
BANDA	INTERVALO ESPECTRAL (µm)	BANDA	INTERVALO ESPECTRAL (µm)
		1	0,44 – 0,45 Costal/Aerossol
1	0,45 – 0,52 Azul	2	0,45 – 0,51 Azul
2	0,52 – 0,60 Verde	3	0,53 – 0,59 Verde
3	0,63 - 0,69 Vermelho	4	0,64 – 0,67 Vermelho
4	0,76 – 0,90 NIR	5	0,85 – 0,88 NIR

5	1,55 – 1,75 SWIR-1	6	1,57 – 1,65 SWIR-1
6	10,4 – 12,5 TIR	10	10,60 – 11,19 TIR-1
		11	11,50 – 12,51 TIR-2
7	2,08 – 2,35 SWIR-2	7	2,11 – 2,29 SWIR-2
8	0,51 – 0,90 PAN	8	0,50 – 0,68 Pan
		9	1,36 – 1,38 Cirrus

Fonte: USGS, 2014 (com adaptações)

Séries temporais podem ser definidas como a modificação temporal que podem ser mensuradas e identificadas, com base em mudanças dos aspectos físicos das paisagens ambientais e antrópicas por meio de imagens de sensoriamento remoto relativas a uma mesma região em datas distintas (Colwell, 1974).

São muito utilizadas em estudos ambientais de Uso e Ocupação do solo de forma temporal como o de Loebmann et al (2005) realizado por meio de imagens Landsat 5 (1984, 1994 e 2001) objetivando a avaliação do uso e ocupação das terras nas diferentes unidades pedológicas da bacia do Rio Jardim, Distrito Federal. Os estudos permitiram que Loebmann et al (2005) observassem que a área ocupada pela agricultura evoluiu de 6% em 1984 para 17% das terras cultivadas em 2002 além de constatarem que as áreas degradadas entre as classes de latossolos e cambissolos tiveram um aumento na porção Sudoeste da bacia estudada.

O processo de classificação automática de imagens multiespectrais se baseia na associação de cada pixel da imagem a uma classe que descreve o mais próximo da realidade. Existem duas abordagens neste processo, a primeira trata-se da classificação supervisionada, na qual o usuário identifica pixels pertencentes às classes desejadas e posteriormente o software localiza os demais pixels pertencentes àquelas classes, baseado em uma regra estatística pré-estabelecida (CRÓSTA, 1992; GANAN, et al., 2005). A segunda denomina-se classificação não-supervisionada, nela o próprio software decide, por agrupamento, quais as classes serão separadas e quais os pixels pertencentes a cada uma delas (CRÓSTA, 1992).

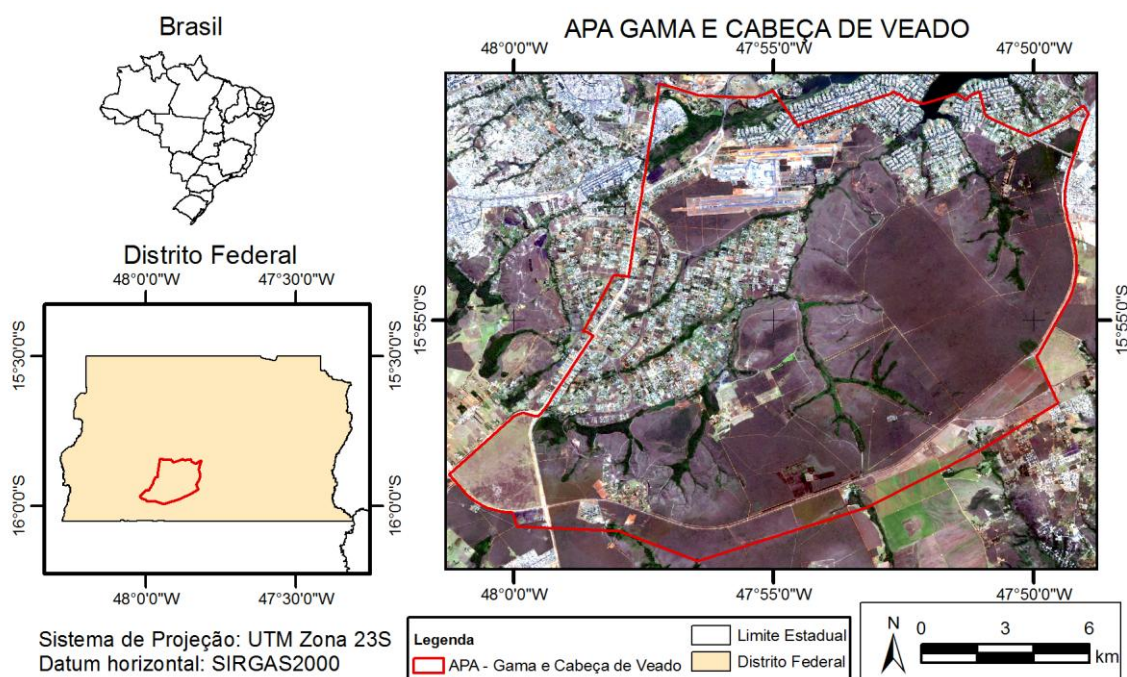
O método supervisionado escolhido foi o da Máxima Verossimilhança (MAXVER) que faz uso da média ponderada das distâncias utilizando parâmetros estatísticos para efetuar a classificação, sendo considerado que existe o conhecimento a priori da área a ser classificada para que haja classes representativas das amostras (CRÓSTA, 1992; MENESES et al., 2012).

Visando criar um instrumento de contribuição e análise para esta relevante APA do Distrito Federal, o presente trabalho tem como objetivo analisar de forma multitemporal o comportamento (expansão, manutenção e redução) das áreas antropizadas e da Vegetação Natural nas Zonas de Uso Direto – ZUD e da Vida Silvestre – ZVS definidas no Plano de Manejo do Triênio 2007/2010 da APA Gama e Cabeça de Veado.

## 2. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

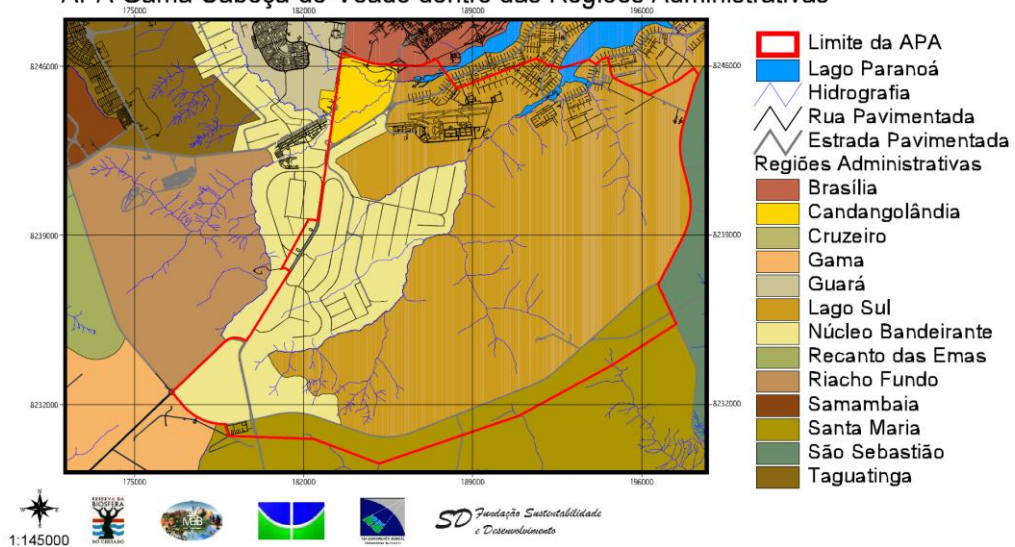
A APA Gama e Cabeça de Veado foi criada pelo Decreto nº. 9.417, de 21 de abril de 1986 e regulamentada pelo Decreto nº. 23.238 de 24 de setembro de 2002, com o objetivo de proteger os mananciais hídricos da bacia dos Ribeirões Gama e Cabeça de Veado, a biodiversidade local e dar suporte à manutenção de pesquisas ecológicas de longa duração, ali conduzidas (Machado et al., 2008).

A APA está localizada na porção centro-sul do DF, abrangendo uma área de 238 km<sup>2</sup>, o que representa de 4% do área do Distrito Federal - DF e a cerca de 11% do total das APA's existentes no DF (UNESCO, 2003). A APA engloba uma grande parte da Região Administrativa do Lago Sul (Região Administrativa – RA XVI, incluindo o Setor de Mansões Park Way e Catetinho, o Núcleo Rural Vargem Bonita, Aeroporto Internacional de Brasília, além de conter a Região Administrativa da Candangolândia, RA XIX (figura 2). Os ecossistemas terrestres da APA Gama Cabeça de Veado apresentam elevada diversidade florística derivada da heterogeneidade ambiental. Este fato propicia a ocorrência de quase todas as fitofisionomias do bioma Cerrado: Campo Limpo, Campo Sujo, Cerrado sensu stricto, Cerradão, Vereda e Mata de Galeria (UNESCO, 2003). Na figura 1 abaixo se verifica a localização geral da APA.



**Figura 1** – Localização do limite da APA Gama e Cabeça de Veado

### APA Gama Cabeça-de-Veado dentro das Regiões Administrativas

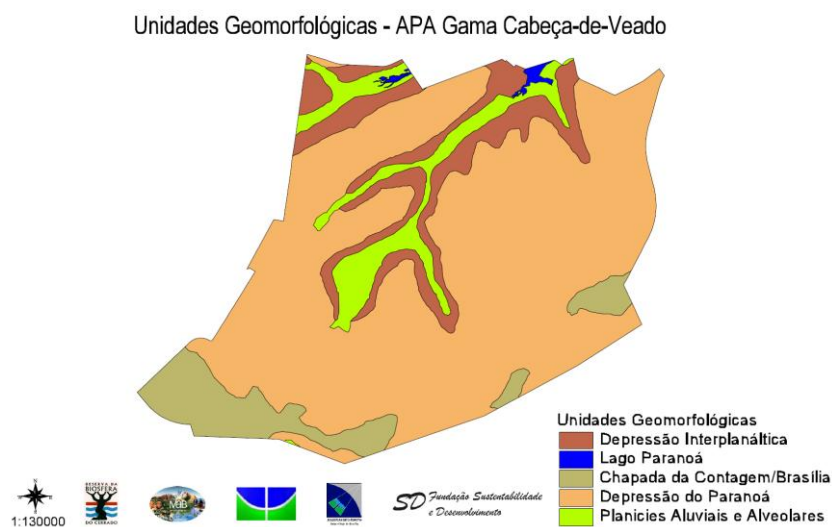


**Figura 2** – Regiões administrativas do DF na apa gama e cabeça de veado. FONTE: UNESCO, 2003

O plano de Manejo

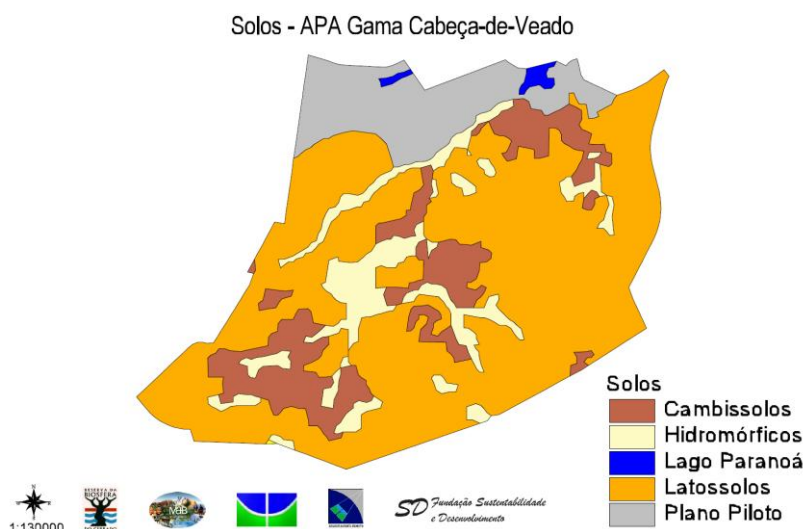
### 3. DESCRIÇÃO DOS ASPECTOS FÍSICOS DA ÁREA DE ESTUDO

A APA Gama Cabeça de Veado está localizada em duas unidades geomorfológicas descrito por Novaes-Pinto, 1988 as Chapadas da Contagem e de Brasília e Depressão do Paranoá. A área das Chapadas é constituída de áreas planas e suavemente onduladas, que correspondem à porção sul e sudoeste da APA. A área da Depressão do Paranoá corresponde ao restante da APA e representa as regiões inclinadas e fracamente dissecadas, que partem da base das chapadas em direção aos vales dos cursos d'água. As áreas das bacias do Gama e Cabeça de Veado apresentam quatro tipos de formas de relevo características: os níveis aplainados, as encostas, as planícies aluviais e os campos de murundus (UNESCO, 2003). Na Figura 3 elaborado por UNESCO, 2003 verifica-se estas unidades geomorfológicas descritas.



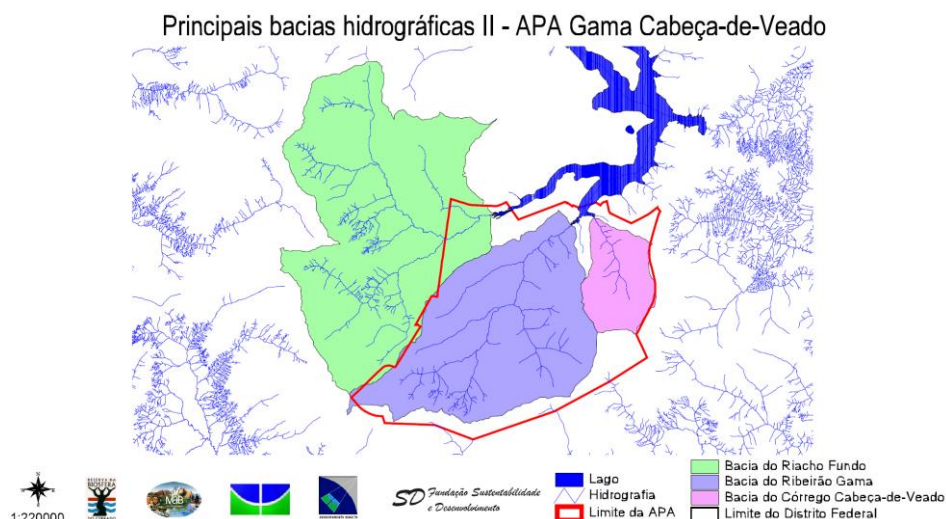
**Figura 3** – Unidades Geomorfológicas na APA Gama e Cabeça de Veado. FONTE: UNESCO, 2003

Na APA Gama Cabeça de Veado predominam os solos Latossólicos, e nas áreas do relevo mais movimentado, aparecem os Cambissolos. Os solos Litólicos aparecem nas áreas de afloramento rochoso, na porção das cabeceiras dos cursos d'água, basicamente na porção sudoeste da APA. Os solos Hidromórficos estão presentes nas áreas planas, nas áreas dos vales, onde aparecem as matas de galeria e as veredas (UNESCO, 2003). Na Figura 4 elaborado por UNESCO, 2003 verificam-se os solos descritos.



**Figura 4** – Solos APA Gama e Cabeça de Veado. FONTE: UNESCO, 2003

A APA Gama – Cabeça de Veado é drenada por três sub-bacias hidrográficas, mananciais sul da bacia do Lago Paranoá. As bacias do Ribeirão do Gama e do Córrego Cabeça de Veado estão praticamente incluídas na APA, assim como a foz do Riacho Fundo. O Ribeirão do Gama possui uma extensão de 20,76 km e sua bacia ocupa uma área de 14.472,4 ha, com perímetro de 58,2 km. O Córrego Cabeça de Veado possui uma extensão de 6,91 km e cobre uma área de 3.135,1 ha e perímetro de 24,2 km. A inclusão de outra unidade de conservação de uso sustentável, a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) do Riacho Fundo dentro APA Gama Cabeça de Veado permitiu a inserção de uma terceira drenagem, o Riacho Fundo (em verde claro na Figura 6), que atravessa aquela unidade de conservação. Esta bacia do Riacho Fundo, incluindo a sua maior parte que se encontra fora da APA Gama e Cabeça de Veado, possui uma área de 21.337,6 ha, com perímetro de 78,1 km (UNESCO, 2003). Na Figura 5 se localiza estas bacias.



**Figura 5** – Hidrografia da APA Gama e Cabeça de Veado. FONTE: UNESCO, 2003



#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

No desenvolvimento do presente estudo foram utilizados os seguintes materiais:

- Duas imagens de satélites do programa Landsat - Land Remote Sensing Satellite, obtidas no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos – USGS, Conforme quadro abaixo:

<b>LANDSAT</b>	<b>SENSOR</b>	<b>DATA (dia/mês/ano)</b>
8	<i>Operational Land Imager</i> (OLI)	16/07/2014
7	<i>Enhanced Thematic Mapper</i> (ETM+)	23/05/2003

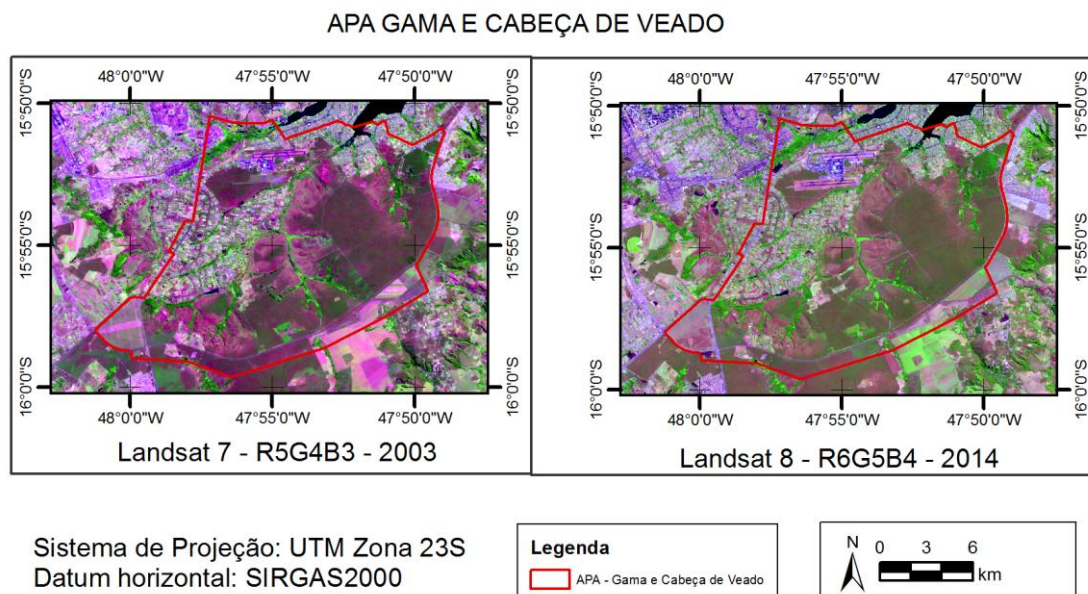
**QUADRO 2** – Detalhes das imagens utilizadas para o estudo

- Base Sistemática digital: Estados do Brasil, disponível no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, na Escala 1:250.000 e Datum: SIRGAS2000
- Base Temática digital da Zona de Vida Silvestre, Zona de uso direto e do Limite da APA Gama e Cabeça do Veado, disponível no site do Instituto Brasília Ambiental – IBRAM na Escala 1:250.000 e Datum SIRGAS2000
- Softwares ArcGIS 10.1 e ENVI 5.0 (Laboratório de Sensoriamento Remoto – IG/UnB).

##### 4.1 Aquisição de imagens temporais

Na aquisição das imagens disponíveis que serviram de base para classificação do uso e cobertura do solo observou-se a existência máximo 10% de nuvens para utilização, diferença de pelo menos 10 anos e a menor diferença de mês entre estas imagens. Foi utilizada uma imagem de 2003 devido ao fato do estudo da UNESCO (2003) ter sido amplamente utilizado para subsidiar o plano de manejo do triênio 2007/2010 e outra imagem de 2014 para verificar a atual situação da APA Gama e Cabeça de Veado. Na Figura 6 verificar estas duas imagens.





**Figura 6** – Imagens dos Satélites Landsat 7 e 8 da área de estudo

#### 4.2 Pré-Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto

Para efetuar as análises das imagens de períodos diferentes torna-se necessário corrigir as interferências provenientes das condições vigentes durante a aquisição da cena (Carvalho et al. 2002). A conversão de número digital para a reflectância permite compensar as diferenças quanto à irradiância no topo da atmosfera e o ângulo de incidência da radiação sobre o alvo, no momento da aquisição da imagem (JENSEN, 2009). Assim este procedimento favorece a realização de comparações entre os espectros de imagens com datas diferentes, reduzindo os efeitos de absorção de gases atmosféricos e também de processos de dispersão (VERMOTE et al., 1997).

Neste estudo, primeiramente, foi feita a conversão dos números digitais para radiância pela função do ENVI 5.0 “Radiometric Calibration”. Sequencialmente, procedeu-se a redução da imagem de radiância para a reflectância, pela função “FLAASH”, para execução da correção atmosférica. A correção atmosférica é um pré-processamento da imagem realizado com o intuito de minimizar os efeitos de aerossóis, vapor da água, altura do sensor em relação ao solo que podem afetar o resultado da imagem (COUTO JUNIOR, 2011).

#### 4.3 Processamento das Imagens

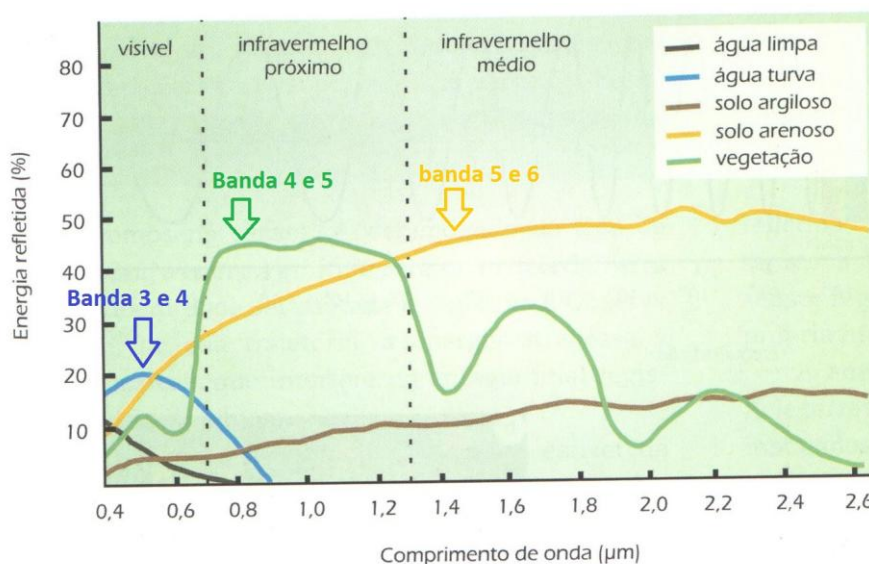
Primeiramente foi realizada uma interpretação visual das imagens observando as variações de alvos existentes na área de estudo, para auxiliar a escolha das classes de uso e cobertura do solo e levando em consideração as classes utilizadas no estudo feito por UNESCO, 2003 e as ZUDs e ZVS que foi utilizado para o plano de Manejo do triênio 2007/2010 (IBRAM, 2006).

As classes escolhidas para o uso e cobertura do solo foram: *Área antropizada, Massa D’água, Campo, Cerrado e Mata de Galeria*. As classes *campo, cerrado e Mata de galeria* foram agrupadas posteriormente para uma única classe denominada *Vegetação Natural*.

Optou-se por utilizar para cada ano analisado a composição colorida R5G4B3 no Landsat 7 e R6G5B4 no Landsat 8, com as respectivas bandas e na cor:

- Vermelho - banda 3 e 4: maior energia refletida da água na cor azul;
- Infravermelho Próximo - Banda 4 e 5: maior energia refletida da vegetação na cor verde;
- Infravermelho de ondas curtas - Banda 5 e 6: maior energia refletida dos solos na cor vermelha.

As bandas dos satélites podem ser vistas na Figura 7 de FLORENZANO, (2011) que demonstra as distribuições destas curvas de energia refletida pelo seu comprimento de onda.



**Figura 7** – Comportamento espectral FONTE: FLORENZANO, 2011

Iniciou-se o processo de classificação supervisionada por áreas amostradas do Envi 5.0 que foi utilizado de cinco amostras mais próximas de 300 pixels de cada classe de uso e ocupação do solo.

Utilizou-se após o algoritmo MAXVER para geração da imagem somente com estas classes.

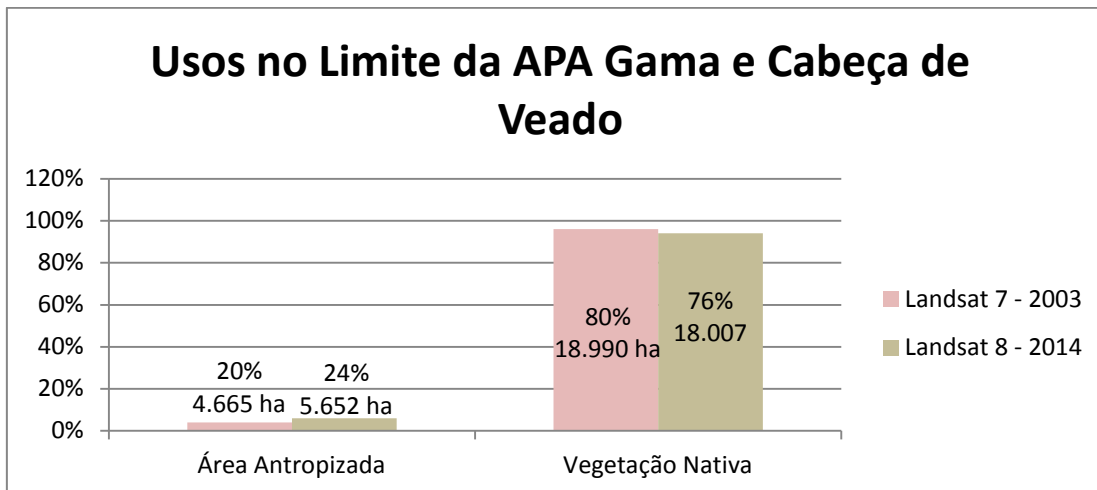
A função *clump* que consiste em um filtro de passa baixa que tem por função aglutinar os pixels classificados, minimizando assim o problema de “pixels isolados”, foi utilizada e após todo este processo exportou-se estas imagens em shapefile para o ARCGIS 10.1.

#### 4.4 Análise Multitemporal do solo

Os shapefiles dos anos de 2003 e 2014 foram “cortados” com os shapefiles dos limites das zonas da Vida Silvestre - ZVS e de Uso Direto – ZUD pela função clip e após calcularam-se a área total das classes área antropizadas e Vegetação natural. Após este processo foi gerado mapas e no excell 2007 gráficos dos quantitativos em hectares e em porcentagem das classes supracitadas para a verificação de suas expansões, manutenções e/ou redução com as zonas.

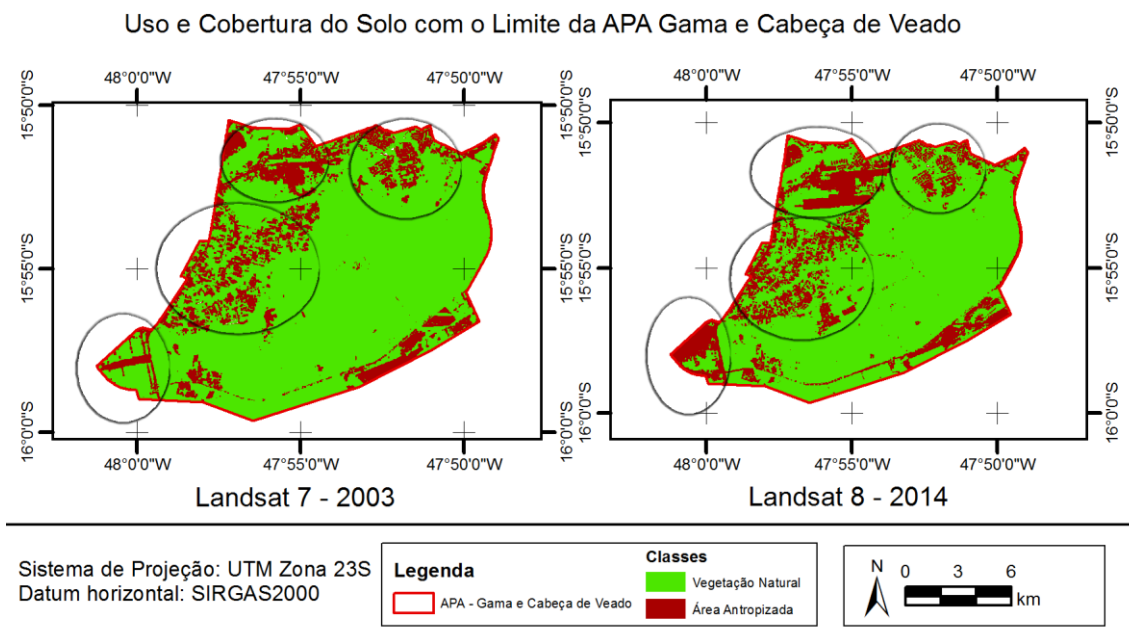
## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentro dos limites da APA Gama e Cabeça de Veado pode-se verificar na Figura 8, para os anos 2003 e 2014 respectivamente, o decaimento das áreas naturais de 80% para 76%, e o aumento das áreas antrópicas de 20% para 24%.



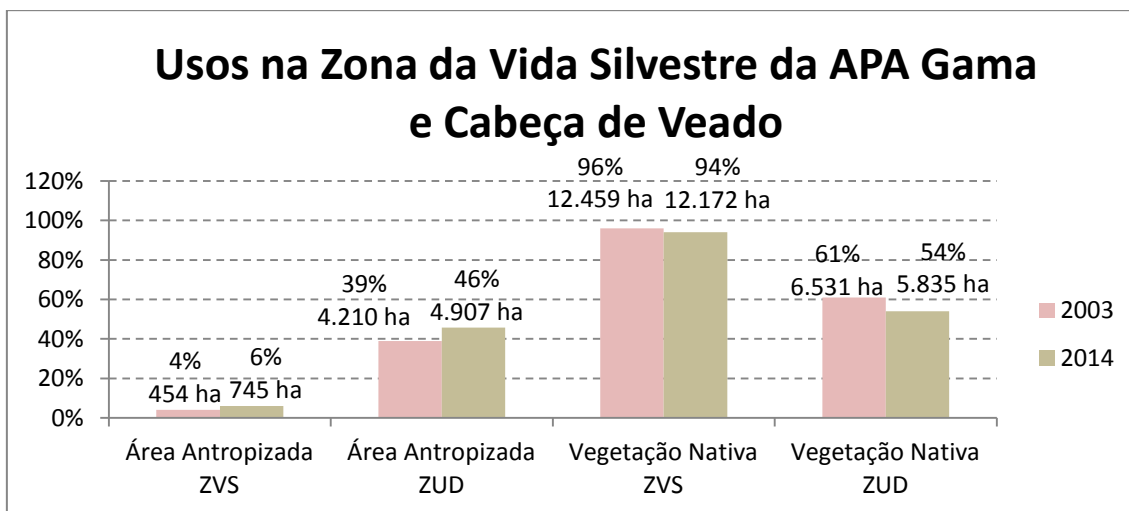
**Figura 8** – Uso e Cobertura do solo nos limites da APA Gama e Cabeça de Veado

Na Figura 9 a porção antrópica se concentra mais na porção noroeste, como pode ser verificado onde estão as RAs Lago, Sudoeste e Park Way, na área do aeroporto e na porção sudoeste uma área agriculturável no período mais seco. A porção central da APA permaneceu durante todo o período de estudo (2007/2010) com pouca alteração antrópica.



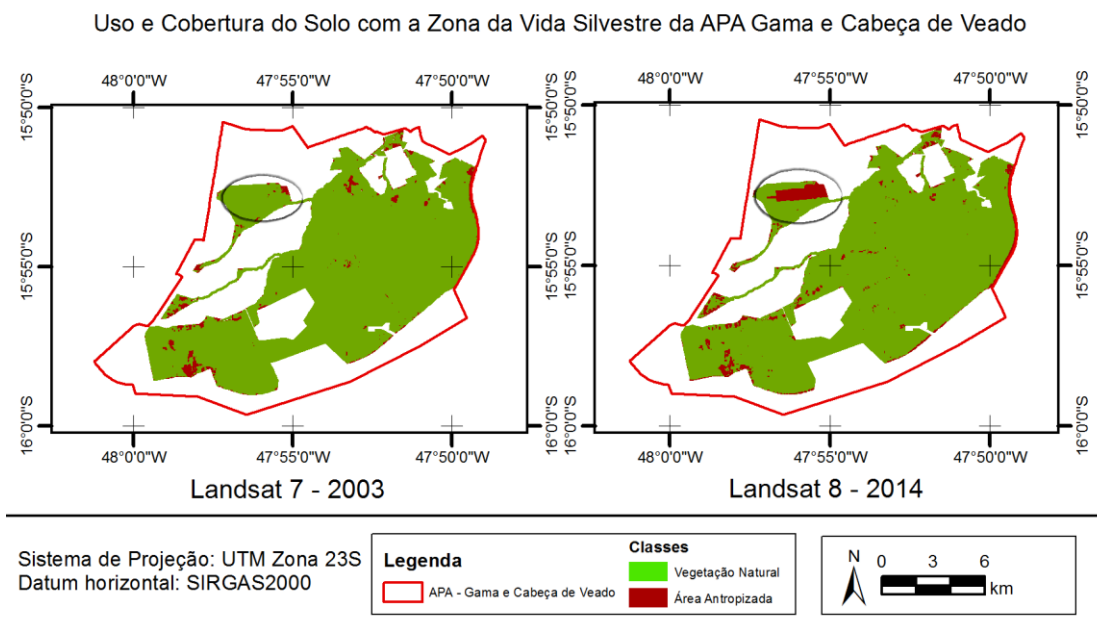
**Figura 9** – Uso e Cobertura do solo com o limite da APA gama e Cabeça de Veado.

Na figura 10 verifica-se que a classe “áreas antropizadas” foi a que mais se expandiu durante o período avaliado na zona de uso direto de até 7% na ZUD, enquanto a área como da ZVS houve uma pequena variação de 2% na vegetação natural permanecendo preservada, pois o seu uso é limitado conforme prevê os artigos 20 e 21 do decreto 9.417/1986. Os usos antrópicos permitidos conforme o decreto 9.417/1986 são para fins de plantios experimentais de interesse para preservação e manejo; atividades de turismo e lazer entre outros.



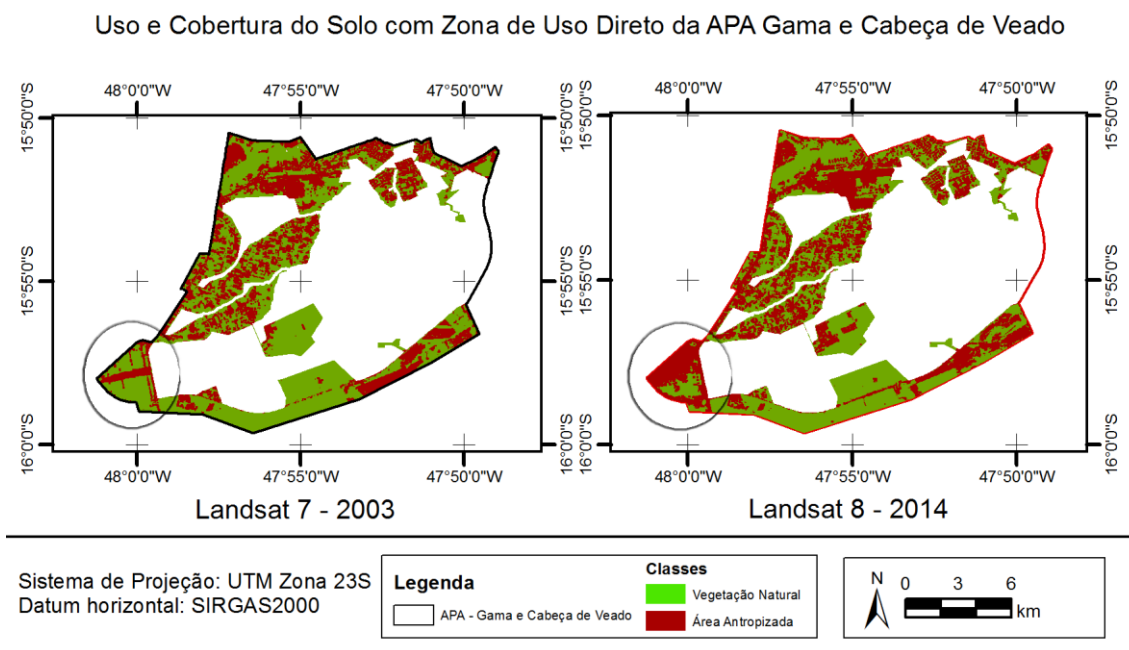
**Figura 10** – Usos na Zona da Vida Silvestre e da Zona de uso Direto

Foi identificado um aumento significativo de 2% nas áreas antropizadas, o que se deve principalmente pelo aumento da infraestrutura do Aeroporto internacional de Brasília que tem sua expansão dentro da ZVS justificado pelo decreto 9.417/1986, artigo 20 inciso VI “Atividades de turismo e lazer” e no novo código florestal Lei 12.651/2012 artigo 3º inciso VIII “serviços de transporte”, como pode ser verificado na Figura 11.



**Figura 11** – Usos na Zona da Vida Silvestre - ZVS.

Na Figura 12 verifica-se na parte sudoeste uma mistura de classes na imagem de 2003. Pois o classificador supervisionado MAXVER deveria ter encontrado a classe *área antropizada*, conforme a imagem de 2014 em que foi encontrada corretamente a classe citada. Esta mistura é explicada pelo fato de se tratar de uma área de agricultura que possuem folhas como na vegetação natural e apresentando assim energia refletida muito próximas.



**Figura 12**– Usos na Zona de uso direto - ZUD.

Os solos encontrados nas regiões de cerrado sensu stricto são mais susceptíveis à erosão e a vegetação nativa é o principal fator para a sua contenção. O desmatamento provoca a formação de sulcos (ravinamento) e voçorocas, principalmente em Latossolos sendo este o predominante na APA Gama e Cabeça de veado (Figura 4), pois apresentam elevada percolação de água ao longo do perfil. Esses problemas são agravados nos Latossolos argilosos, em períodos chuvosos, com o solo desprotegido, as partículas são arrastadas para pontos mais baixos da paisagem, causando o assoreamento dos cursos d'água como o Lago Paranoá, que passam a receber uma grande quantidade de sedimentos.

## 6. CONCLUSÕES

O plano de manejo do triênio 2007/2010 se mostrou satisfatório antes e depois de sua homologação, apesar do aumento significativo dentro da zona da vida silvestre da área antropizada para 2014, devido ao aumento do Aeroporto Internacional de Brasília. As áreas com Cobertura Vegetal Natural ainda permanecem predominantes na APA, o que mostra uma predisposição de preservação dessa área de proteção ambiental dentro das duas zonas.

A Análise Multitemporal apresentou-se bastante consistente no que se diz respeito à verificação da expansão das áreas antropizadas e da preservação da Cobertura Vegetal Natural no decorrer dos anos estudados. Pela Análise Multitemporal foi possível verificar que a APA continua com uma área bem preservada dentro da zona da vida silvestre, possuindo 94% de área com vegetação natural em 2014, mesmo com o aumento da urbanização.

O classificador supervisionado MAXVER uma mistura de Vegetação natural quando a área antropizada estava dentro de uma área de agricultura, uma limitação que o algoritmo tem em diferenciar pixels muito próximos.

A utilização das imagens dos satélites Landsat 7 e 8 se mostrou positiva para este estudo, onde o principal objetivo era analisar o Uso e Ocupação da APA Gama – Cabeça de Veado. As informações retiradas com a utilização das ferramentas de geoprocessamento mostram-se bastante favoráveis para este estudo e também podem ser aplicadas em outras unidades de conservação para outros fins como de fiscalização do seu plano de manejo, diretrizes e políticas governamentais para suas gestões.



## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Decreto nº 9.417, de 21 de Abril de 1986.

BRASIL. Lei 12.651. de 25 de maio de 2012.

BARBOSA, C. C. F. Álgebra de Mapas e suas Aplicações em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. Ministério da Ciência e Tecnologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Dissertação de Mestrado. São Paulo, 1997.

BATISTA, A. N. C.; ALMEIDA, N. V.; MELO, J. A. B. Utilização de imagens CBERS no diagnóstico do uso e ocupação do solo na microbacia do Riacho Maracajá, Olivedos, PB. Revista Caminhos de Geografia, v.10, n.32, p.235-244. 2009.

CARVALHO JUNIOR, O.A.; HERMUCHE, P.M.; GUIMARÃES, R.F. 2002. Identificação regional da floresta decidual na bacia do rio PARANÁ (GO/TO) a partir da análise multitemporal de imagens MODIS. Revista Brasileira de Geofísica, 24: 319-332.

COLWELL, J.E. Vegetation canopy reflectance. Remote Sensing of Environment, v. 3, n. 3, p. 175-183, 1974.

CRÓSTA, A. P. Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto. UNICAMP - Instituto de Geociências Departamento de Metalogênese e Geoquímica. Edição Revisada, 2002.

CRÓSTA, A. O. Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto. Campinas: IG/UNICAMP, 1992.

COUTO JUNIOR, A.F.; CARVALHO JUNIOR, O.A.; MARTINS, E.S.; SANTANA, O.A.; SOUZA, V.V.; ENCINAS, J.I. Tratamento de ruídos e caracterização de fisionomias do Cerrado utilizando séries temporais do sensor MODIS. Revista Árvore, v. 35, p. 699-705, 2011.

EMBRAPA – Empresa Brasileira Monitoramento por Satélite. Sistemas Orbitais de Monitoramento e Gestão Territorial. Campinas; Embrapa Monitoramento por Satélite, 2009. Disponível em: <http://www.sat.cnpem.embrapa.br> Acesso em: 10 dezembro 2014.

FONTOURA, N. J.; Planejamento urbano-ambiental: o uso e ocupação do solo no Distrito Federal, Revista On-line IPOG, Brasília: Instituto de pós Graduação e Graduação IPOG, MBA, 2013, disponível em:

[https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0CC4QFjAD&url=http%3A%2F%2Fipog.edu.br%2Faluno%2Frevista-ipog%2Fdownload%2Fplanejamento-urbano-ambiental-o-uso-e-ocupacao-do-solo-no-distrito-federal&ei=HdRmVLTLIomjNo\\_JgcAD&usq=AFQjCNFoSF3bYWIKzIbWxkq2HF7n0YrM4g&sig2=6-RA1pv4W4Dbqvvp2tWseA&bvm=bv.79142246.d.eXY&cad=rja](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0CC4QFjAD&url=http%3A%2F%2Fipog.edu.br%2Faluno%2Frevista-ipog%2Fdownload%2Fplanejamento-urbano-ambiental-o-uso-e-ocupacao-do-solo-no-distrito-federal&ei=HdRmVLTLIomjNo_JgcAD&usq=AFQjCNFoSF3bYWIKzIbWxkq2HF7n0YrM4g&sig2=6-RA1pv4W4Dbqvvp2tWseA&bvm=bv.79142246.d.eXY&cad=rja)

FLORENZANO, T. G. Iniciação em Sensoriamento Remoto – 3º edição ampliada e atualizada. São Paulo, 2011.

GANAN, J. R.; ROCHA, J. V.; MERCANTE, E.; ANTUNES, J. F. G. Mapeamento da cultura da soja com imagens Landsat 5/TM utilizando algoritmos de classificação supervisionada. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 549-555.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Distrito Federal, site: <http://cod.ibge.gov.br/234TV>

IBRAM - INSTITUTO BRASÍLIA AMBIENTAL. plano de manejo da área de proteção ambiental das bacias do ribeirão do gama e do cabeça de veado para os anos 2007/2010.brasília: 2006.

JENSEN, J.R. 2009. Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. / tradução José Carlos Neves Epiphany (coordenador), et al. São José dos Campos, SP: Parêntese.

KEMP, K. Environmental modelling with GIS: A strategy for dealing with spatial continuity (NCGUIA Technical Report, 93 – 3). P.h.D. Thesis in Geography – University of California, Santa Barbara, 1992.

LOEBMANN, D. G.; GUIMARÃES, R. F.; BETTIOL, G. M.; FREITAS, L. F.; REDIVO, A. L.; CARVALHO JÚNIOR, O. A. Mistura espectral de imagens LANDSAT para análise multitemporal de uso da terras nas diferentes unidades pedológicas da bacia do Rio Jardim, DF. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12, 2005, Goiânia. Anais.. Goiânia: INPE, 2005, 557-564.

Machado, Edgar G. B.; Imaña-Encinas, José; Ribeiro, Gustavo S.; Santana, Otacílio A. Índice de vegetação da diferença normalizada da área de proteção ambiental Gama - Cabeça de Veado, Brasília, Revista brasileira de Ciências Agrárias, vol. 3, núm. 4, outubro-dezembro, pp.332-336, Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Pernambuco, Brasil, 2008.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T.; ROSA, A. N. C. S.; SANO, E. E.; SOUZA, E. B.; BAPTISTA, G. M. M.; BRITES, R. S. Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto. Brasília, 2012.

MMA (2002) Diagnóstico dos ativos ambientais do Distrito Federal – Componente Biodiversidade. Relatório Técnico. Programa para o Desenvolvimento das Nações Unidas – PNUD. Brasília.

OKA-FIORI, C.; FIORI, A. P.; HASUI, Y. Dinâmica da ocupação do solo na bacia do Rio Itiquira, Mato Grosso, Brasil. Revista RA'E GA, Curitiba, n. 7, 2003 p 19 -31.

RODRIGUES, L. M. R. Geoprocessamento aplicado ao estudo da evolução e adequação do uso agrícola das terras na microbacia do correio Lamarão, DF. Brasília: Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 1998. 109 p. Dissertação de Mestrado.

RIBEIRO, J. F., WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M., ALMEIDA, S. P. ed. Cerrado ambiente e flora. Planaltina, DF: EMBRAPA/CPAC, 1998. p. 89-166.

UNESCO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. Vegetação do Distrito Federal: Tempo e espaço Brasília: Editora UNESCO Brasil, 2ª edição, 2002. 80 p.

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a educação, à ciência e a cultura. Subsídios ao zoneamento da APA Gama-Cabeça de Veado e Reserva da Biosfera do Cerrado: caracterização e conflitos socioambientais. – Brasília: UNESCO, MAB, Reserva da Biosfera do Cerrado, 2003.

USGS. 2009. Landsat missions. Disponível em <[http://landsat.usgs.gov/about\\_mission\\_history.php](http://landsat.usgs.gov/about_mission_history.php)> Acesso em: 10 de Novembro de 2014.

VERMOTE, E. F., EL SALEOUS, N., JUSTICE, C. O., KAUFMAN, Y. J., PRIVETTE, J. L., REMER, L., ROGER, J.C, TANRÉ, D.; Atmospheric correction of visible to middle-infrared EOS-MODIS data over land surfaces: Background, operational algorithm and validation, J. Geophys. Res. 102 (D14): 17131-17141 (1997)